

画像処理による河床粒度分布調査

岐阜大学工学部社会基盤工学科 大橋 慶介

岐阜大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 安田 真悟

岐阜大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 伊原 一樹

1. 背景と目的

河床材料の粒度分布は、流域の土砂流出量を土砂水理的に算出する上で不可欠な情報である。河道における石礫粒径には空間的に偏りが存在するため、空間的に広い範囲での調査によって代表粒径を決定することが要求される。しかし、調査範囲の広さに比例して増大する作業量がデータ採取の制約になっているのが現状である。一方、簡便な粒度分布調査法として撮影用専用機材とデジタル画像を使った写真法の試み¹⁾が報告されているが、特殊な機材を用いていて作業効率を重視したものではない。そこで本研究は、特別な機材を必要としない簡便な手法を提案し、新たな調査法として画像処理法の確立を目指すものである。

2. 調査方法および OpenCV による処理関数について

画像処理にはオープンソースライブラリの OpenCV²⁾ を用いる。OpenCV はさまざまな画像処理の関数を呼び出すことで容易に処理が可能で、情報処理分野では一般的な画像処理ライブラリのひとつである。この OpenCV を使った粒度分布調査の流れを図-1 に示す。まず、デジタルカメラによって河床を撮影する。石礫の大きさを判定する基準となるコドラートを画像内に収め、撮影条件としてカメラが対象物を見下ろす角度（俯角）とコドラート中心点からカメラまでの距離を記録する。これは、後述の変換歪みを補正するためである。そして、画像をコンピュータに入力し、フィルタ処理、輪郭検出、粒径換算、エラー処理、質量換算を経て粒度分布を出力する。以下、具体的な処理と使用する関数について述べる。

画像変形 (a) レンズ歪みの除去 画像にはレンズによる歪みが生じるため、数十枚のレンズ歪み校正用画像を撮影し、カメラの内部パラメータを取得することでレンズ歪みを除去できる。

(b) 射影変換 元画像は斜め撮影画像であるため、コドラートは図-2 のように台形に歪んだ状態になっている。これを射影変換によって図-3 の正対画像に変換する。理論上、変換基準面と同じ平面上の物体は射影変換によって真上から撮影したときと同じ形状が復元されるが、石礫はコドラートの設置面に対して異なる高さを持っていることから、射影変換すると実際の石礫形状に対して歪みを発生することになる。歪みは俯角と突出高さで決まるため、この関係から歪み量が求まり、その値で補正することで真上から撮影した画像として近似できる。

フィルタ処理 (a) 平滑化 輪郭誤検出の原因となる JPEG 画像の色ノイズや石礫表面の模様などをフィルタ処理によって取り除く必要がある。このとき、石礫の輪郭を平滑化しないようにエッジ保存平滑化関数

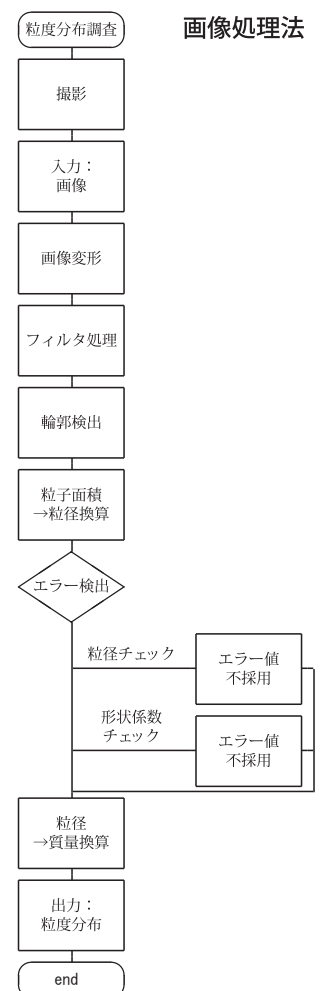


図-1 画像処理法による粒度分布調査手順

cvSmooth (CV_BILATERAL) を用いる。(b) 二値化 輪郭検出は二値化画像でなければならない。ここで画像内の輝度分布の変化に対応するため適応型閾値処理の二値化 cvAdaptiveThreshold が適した関数であることが確認された。また、二値化の状態によって輪郭検出精度が決定されるため最も重要な処理である。

輪郭検出 輪郭検出には cvFindContours を用いる。石礫粒子の輪郭が座標値として検出されるため、粒径だけでなく粒子形状も取得できることが画像処理法の特徴である。

粒度分析 (a) 粒径決定 石礫の輪郭座標値から石礫の面積を計算し、円換算相当径を石礫粒径として採用している。(b) エラー検出 輪郭検出時に、フィルタ処理で消しきれないノイズや石礫の模様を石礫として誤検出されるケースが多く存在する。このエラーを無くすために、非現実的な粒径を排除する処理を組み込んでいる。また、コドラートの部材や複数の石礫が結合した状態で検出されることがあるため、面積と輪郭周長の比を形状係数とし、円形からほど遠い形状が検出された場合エラーと処理している。(c) 質量換算 最後に、石礫の粒径と密度から球換算質量を求め粒径加積曲線を出力する。

3. 結果と考察

河床材料をそれぞれ俯角 90° 、 60° 、 45° で撮影した結果の粒度分布を図-4 に示す。俯角が小さくなるに従い粒度分布が粗い結果になっていることが分かる。これは、斜め画像を射影変換して擬似的に真上画像を生成した事による歪みの影響である。その射影変換歪みの分布の例を図-5 に示す。コドラートから突き出た石礫の高さ(突出高さ)が分かれば歪みを補正係数として実際の粒径に近づけることが可能である。

4. おわりに

デジタル写真を用いた粒度分布調査である画像処理法によって、粒度分布を簡便かつ実用的な精度で得られることを示した。しかし、斜め画像を正対画像に変換する際に歪みが発生し、その補正に突出高さが必要となるが、その突出高さを簡便、且つ、正確に取得することが今後の課題となっている。

参考文献

- 1) 内尾政人, 中川一, 沢田豊明, 横山康二, 上杉満昭, 福田義徳: 画像処理方式による礫床河川の粒度分布測定装置の開発, 砂防学会誌, Vol. 58. No. 2. pp. 26-31, 2005.
- 2) Open Source Computer Vision Library : <http://opencv.jp/opencv-1.1.0.org/docs/index.htm>

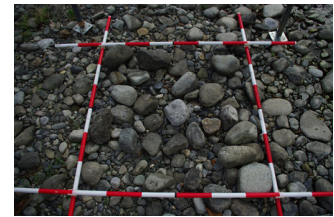


図-2 河床元画像。(コドラートの大きさは 1.2 m x 1.2 m)



図-3 レンズ歪み除去, 射影変換後の画像。

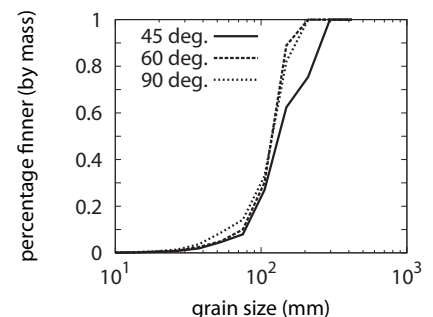


図-4 撮影俯角 (90° , 60° , 45°) による粒径加積曲線の違い。

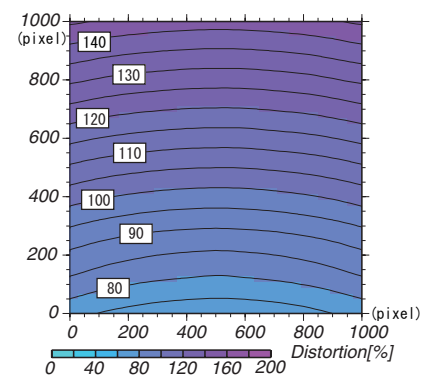


図-5 俯角 30° , 撮影距離 2.5m, 焦点距離 55mm での歪み分布の例。